

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-023913

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/42  
H01L 31/0232

(21)Application number : 09-176256

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 02.07.1997

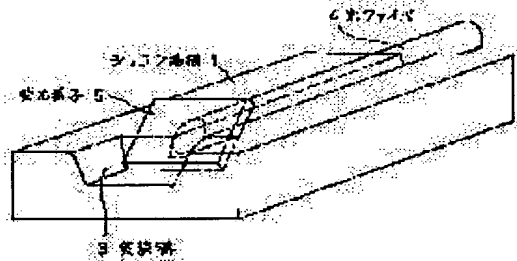
(72)Inventor : TACHIMORI MASASHI

## (54) LIGHT RECEIVING MODULE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light receiving module capable of improving the coupling coefficient of a light receiving element with an optical fiber by a simpler packaging structure and a simpler assembling method.

SOLUTION: A guide groove for fixing an optical fiber 4 and a packaging groove 3, wherein a light receiving element 5 is packaged and fixed, are formed on a semiconductor substrate 1, and are structured so that a packaging surface of the packaging groove 3 with the light receiving element 5 packaged therein is coupled to an output end part of the guide groove. Thus, since the light receiving element 5 is inserted in the precisely machined packaging groove 3 and engaged along the groove for fixing, the relative position of the optical fiber 4 and the light receiving element 5 can highly precisely fixed. Further, since the optical fiber 4 and the light receiving element 5 can be fixed in close contact with each other, an optical coupling length can be made shorter, and a high optical coupling is easily achieved by package-fixing without adjustment.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3042453

[Date of registration] 10.03.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-23913

(43)公開日 平成11年(1999)1月29日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G02B 6/42

H01L 31/0232

識別記号

F I

G02B 6/42

H01L 31/02

C

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-176256

(22)出願日 平成9年(1997)7月2日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 朔晦 正志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

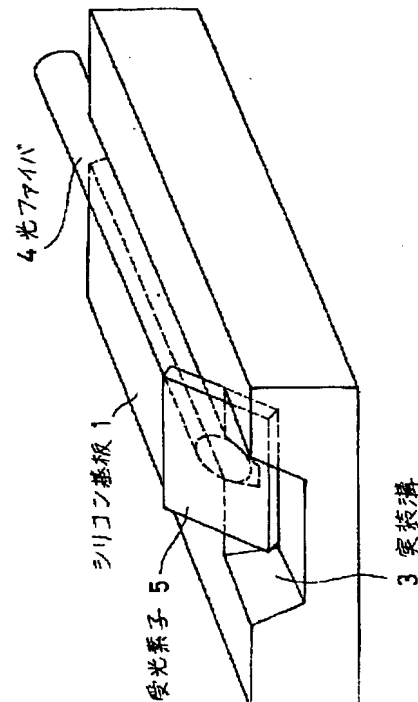
(74)代理人 弁理士 ▲柳▼川 信

(54)【発明の名称】 受光モジュール

(57)【要約】

【課題】 受光素子と光ファイバとの結合率を、より簡単な実装構造でかつより簡単な組立て方法により向上可能とした受光モジュールを提供する。

【解決手段】 半導体基板1上に、光ファイバ4を固定するためのガイド溝と、受光素子5が実装固定された実装溝3とが形成されており、受光素子5が実装固定される実装溝3の実装面とガイド溝の出力端部とが連結されている構造とすることにより、受光素子5は高精度に加工された実装溝3に挿入されて当該溝に沿って嵌合固定されるので、光ファイバ4と受光素子5との相対位置を高精度で固定可能である。また、光ファイバ4と受光素子5とが密着して固定できるので、光結合長が短くなり、無調整での実装固定により、高い光結合が容易に実現される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に受光素子と光ファイバとを固定して構成した受光モジュールであって、前記基板上に形成され前記光ファイバが嵌合固定されたガイド溝と、前記基板上に設けられて前記ガイド溝の出力端部と連結され前記受光素子が実装固定された実装溝とを含み、前記受光素子が実装固定される前記実装溝の実装面が、前記出力端部の連結面であることを特徴とする受光モジュール。

【請求項 2】 前記実装溝の断面形状は矩形状とされることにより前記実装面が矩形状面となっており、更に前記受光素子は矩形板状であり、前記実装溝のの実装面と前記受光素子の実装面とが接着固定されていることを特徴とする請求項 1 記載の受光モジュール。

【請求項 3】 前記実装溝の矩形状実装面の底辺の幅が、前記受光素子の実装面の底辺のそれより僅かに大に選定されていることを特徴とする請求項 2 記載の受光モジュール。

【請求項 4】 前記実装溝の実装面及び前記受光素子の実装面の各々には、アライメントのためのアライメントパターンが夫々設けられていることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の受光モジュール。

【請求項 5】 前記アライメントパターンの各々は赤外光透過により認識可能なパターンであり、前記赤外光透過処理によって両アライメントパターンが一致するよう調整されていることを特徴とする請求項 4 記載の受光モジュール。

【請求項 6】 前記実装溝の実装面と前記受光素子の実装面記との間には屈折率緩衝剤が装填されていることを特徴とする請求項 1～5 いずれか記載の受光モジュール。

【請求項 7】 前記受光素子の実装面と反対面には出力電極が形成されており、この出力電極から直接ボンディングワイヤが導出されていることを特徴とする請求項 1～6 いずれか記載の受光モジュール。

【請求項 8】 前記ボンディングワイヤは前記受光素子の出力を増幅する増幅回路の入力へ直接接続されていることを特徴とする請求項 7 記載の受光モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は受光モジュールに関し、特に半導体基板上に受光素子と光ファイバとを固定して構成した受光モジュールに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のこの種の受光モジュールの例としては、特開平 7-174944 号公報に開示のものがあり、その構造を図 12 に示す。図 12 において、光素子部は高精度にエッチングされた V 字突起 44 を有するサブマウント基板 33 上に、高位置精度に実装された光素子 34 を有している。

【0003】光ファイバ部はシリコンの異方性エッチングにより形成された V 字溝 35、36 と溝 37、38 を有するシリコン基板 39 上に光ファイバ 40 とその被覆部 41 とを入れ、上から樹脂接着剤とトップガイド 42 で V 字溝 36 にファイバを固定した構造になっている。

【0004】V 字突起 44 を V 字溝 35 に嵌合させるのみで、光軸結合が可能であり、その後、サブマウント基板 33、シリコン基板 39、ケース 43 を同時に樹脂接着剤で固定するものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】この図 12 に示した従来構造による第 1 の問題点は、組合わせに位置ずれが生じ易いことである。その理由は、この構成では、受光素子と光ファイバとが別々の基板に実装されているからである。図 12 の受光素子と光ファイバとの位置精度は、受光素子とサブマウントとの固定時の位置ずれと、光ファイバとシリコン基板との固定時の位置ずれとを合わせた位置ずれ分だけ劣化してしまう。

【0006】更に、サブマウントとシリコン基板の組合わせは、各々の部品の端部を垂直に合わせる構造としている。シリコン基板側の基準加工は基板端部の V 溝となっているが、端部の加工はサイドエッチングにより精度が出にくい。また、サブマウント側の加工も垂直に合わせるために突起部を高く底部を平面に加工しなければならないが、高い突起部を精度良く加工することは困難である。よって、これ等の組合わせでは、受光素子と光ファイバとの位置関係を高精度で固定することは困難である。

【0007】従って、図 12 の構成を受光面の小さな受光素子を用いる受光モジュールに適用した場合、高い結合効率を得ることは困難である。

【0008】また、この図 12 に示した構造による第 2 の問題点は、高速の受光モジュールへの適用が困難なことである。その理由は、受光素子をサブキャリアに実装しているため余分な容量が付加されてしまう。高速動作を行うプリアンプは入力部の影響を受けやすいため、余分な容量が付加されてしまう本構成は、高速動作を行う受光モジュールには適さない。

【0009】本発明の目的は、受光素子と光ファイバとの結合率を、より簡単な実装構造でかつより簡単な組立て方法により向上可能とした受光モジュールを提供することである。

【0010】本発明の他の目的は、寄生容量の減少を図ってより高速動作を可能とした受光モジュールを提供することである。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、半導体基板上に受光素子と光ファイバとを固定して構成した受光モジュールであって、前記基板上に形成され前記光ファイバが嵌合固定されたガイド溝と、前記基板上に設け

られて前記ガイド溝の出力端部と連結され前記受光素子が実装固定された実装溝とを含み、前記受光素子が実装固定される前記実装溝の実装面が、前記出力端部の連結面であることを特徴とする受光モジュールが得られる。

【0012】そして、前記実装溝の断面形状は矩形状とされることにより前記実装面が矩形状面となっており、更に前記受光素子は矩形板状であり、前記実装溝のの実装面と前記受光素子の実装面とが接着固定されていることを特徴とする。

【0013】また、前記実装溝の矩形状実装面の底辺の幅が、前記受光素子の実装面の底辺のそれより僅かに大に選定されていることを特徴とする。

【0014】更に、前記実装溝の実装面及び前記受光素子の実装面の各々には、アライメントのためのアライメントパターンが夫々設けられており、前記アライメントパターンの各々は赤外光透過により認識可能なパターンであり、前記赤外光透過処理によって両アライメントパターンが一致するよう調整されていることを特徴とする。

【0015】本発明の作用を述べる。半導体基板上に、光ファイバを固定するためのガイド溝と、受光素子が実装固定された実装溝とが形成されており、受光素子が実装固定される実装溝の実装面とガイド溝の出力端部とが連結されている構造とすることにより、受光素子は高精度に加工された実装溝に挿入されて当該溝に沿って嵌合固定されるので、光ファイバと受光素子との相対位置を高精度で固定可能である。

【0016】また、光ファイバと受光素子とが密着して固定できるので、光結合長が短くなり、無調整での実装固定により、高い光結合が容易に実現される。更に、受光素子の実装面とは反対面に出力電極を設けて、この出力電極から直接ボンディングワイヤでプリアンプ（増幅器）の入力へ接続することで、寄生容量が極めて小となり、高速動作が可能である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照しつつ本発明の実施例につき詳述する。

【0018】図1は本発明の受光モジュールの実施例の斜視図であり、図2は図1の受光モジュールのシリコン基板の斜視図を示したものである。また、図3は図1の受光モジュールの受光素子を示したものである。

【0019】これ等図1～3を参照すると、光ファイバ4を固定するガイド溝2と受光素子5を固定する実装溝3とは、シリコン基板1にウェットエッチングによって同時に形成される。実装溝3の深さは、ガイド溝2に実装された光ファイバ4の光軸と受光面6の中央の高さが一致する様にエッチング時間を制御して形成されている。

【0020】また、実装溝5は断面が矩形状とされており、ガイド溝2の出力端部と実装溝3の受光素子実装面

7とは互いに連結している。そして、実装面7の底面側の一边は受光素子5の接触部外形より若干広くなる様に形成されている。

【0021】受光素子3はInP基板を用いた受光径φ30μmの裏面入射型の受光素子で、図3に示す如く表面側のp電極10は寄生容量を押さえるために受光面6の上に形成されている。裏面側には光入射窓8が開口しているn電極9と、電気的接続のためのAuSn半田13が形成してある。

【0022】光ファイバ4の先端は、受光素子5の裏面に沿う様に実装面7と同じ角度で加工している。

【0023】組立ては、先ず受光素子5をシリコン基板1に搭載する。この時受光素子5を実装面7に沿わせて、受光素子5の底面を実装溝3の底面に接触させて固定する。図4に実装部の正面及び縦断面拡大図を示す。受光素子5のn電極9はAuSn半田13を介してシリコン基板1の電極11と接続される。次に、光ファイバ4をガイド溝へ2実装し、ファイバ4の先端面が受光素子5の裏面が揃う様に固定する。

【0024】本構成では、光ファイバ4と受光素子5とを接触して固定できるため、光ファイバ4端から受光面6までの光学距離を非常に短くすることができ、光ファイバ4から出射された光の受光面6での広がりを小さく押さえることができる。また、図5に示す様に、更に光ファイバ4からの出射光の放射角を押さえるために、光ファイバ4と受光素子5の間に、シリコンゲルや光学接着剤等の屈折率緩衝剤15となるものを充填しても良い。

【0025】図1に示す受光モジュールの受光素子5と光ファイバとの位置関係は、シリコン基板1への受光素子5の実装精度による。本発明の構成では、受光素子5を実装溝3の実装面6底部が受光素子5の外形と一致する様に加工しているため、実装精度は実装溝3の加工精度と受光素子5の切出し精度とで決まり、位置ずれ量は±1μm程度で実現できる。

【0026】図6、図7はビジュアルアライメント実装方式を適用してシリコン基板に受光素子を実装する場合のシリコン基板と受光素子を示したものである。

【0027】図6に示す実装面7には、ビジュアルアライメント実装用のアライメントパターン12と、受光素子15を固定するためのAuSn半田13が形成されている。アライメントパターン12は、メタライズパターンの一部として形成されており、ガイド溝2を中心にして対称に配置してある。また、アライメントパターン12の位置は、ガイド溝2に実装される光ファイバ4の光軸と所望の位置関係となる様に形成されている。

【0028】図7に示す受光素子裏面には、アライメントパターン21と、光入射窓8が形成されている。アライメントパターン21はメタライズパターンの一部として形成されており、受光面6を中心にして対称に配置し

である。アライメントパターン 21 の間隔は、実装面 7 のアライメントパターン 12 の間隔と同一である。

【0029】図 8 に実装面 7 への受光素子 5 の固定方法を示す。下部より赤外光 18 が投射できるヒーター 17 上に搭載したシリコン基板 1 に、アーム 19 で保持した受光素子 5 を重ね、カメラ 20 でシリコン基板 1、受光素子 5 のアライメントパターン 12、21 を撮え、画像認識・位置処理を行う。図 9 にシリコン基板 1 と受光素子 5 を重ねた状態のモニター図を示す。シリコン基板 1 のアライメントパターン 12 が受光素子 5 のアライメントパターン 21 の中心に位置する様にアーム 19 を調整する。所望の位置関係が得られた時にヒーター 17 を加熱し、シリコン基板 1 の上の AuSn 半田 13 を溶解させ、シリコン基板 1 と受光素子 5 を固定する。

【0030】図 8 に示す構造によれば、シリコン基板 1 と受光素子 5 の固定精度は、ビジュアルアライメント実装方式の誤差範囲であり、十分にサブ  $\mu\text{m}$  オーダーで決定され、高い結合効率が容易に得られる。

【0031】図 1 に示す構造で光ファイバと受光素子を固定し光結合特性を評価した結果光ファイバを最適位置に調整した場合と比べて量子効率にして 2% 程度低いだけであり、無調整で高精度な実装が実現できていると考えられる。

【0032】図 10 は本受光モジュールをブリアンプに接続を示した図である。本受光モジュールでは、受光素子 5 の p 電極 10 から直接ブリアンプ p 22 のボンディングパッド 23 へワイヤー 24 を接続している。本構成では、ブリアンプ 22 の入力部に寄生容量がほとんど付加されないため、寄生感度の高いブリアンプには非常に有効である。尚、電極 11 は基板 1 へのバイアス電圧を供給するためのものであり、ボンディングワイヤ 25 が設けられている。

【0033】図 11 は、シリコン基板 11 上の受光素子 5 の実装溝 3 を受光素子 5 の外形より僅かに大きい嵌合口とした場合を示している。実装溝 3 はドライエッチング等で垂直方向にシリコン基板 11 を加工して形成する。受光素子 5 の電氣的接続は、n 電極に形成されたパンプ 28 と p 電極に形成されたパンプ 29 をシリコン基板 11 上の電極 11、30 とを夫々接触させた後、熔融して接続している。

【0034】図 11 の構造によれば、受光素子 5 と光ファイバ 4 の位置関係は、実装溝 3 と受光素子 26 のはめ合い精度による。一般にエッチングによる加工精度は数百オングストローム単位であり、本構成では、受光素子 5 の切出し精度で決まる。従って、受光素子 5 と光ファイバ 4 との位置ずれ量は  $\pm 1 \mu\text{m}$  程度で実現できる。

【0035】図 11 に示す構造で光ファイバと受光素子を固定した結合特性を評価した結果、光ファイバを最適位置に調整した場合と比べて量子効率にして 2% 程度低いだけであり、無調整で高精度な実装が実現できている

と考えられる。

【0036】また、図 11 の構成においては、図 1 の構成と比べると信号線がシリコン基板上に構成されている分だけ寄生容量は付加されてしまうが、受光素子の電極が小さく直接ボンディングできない場合に、非常に有効な構成である。

【0037】

【発明の効果】第 1 の効果は容易な無調整での実装で高い光結合が得られることである。その理由は、受光素子をシリコン基板上の実装面に、光ファイバから出射される光軸に対して所望の位置に高精度で固定できるからである。また、光学結合長が短く結合損失が少なくて済むためである。

【0038】第 2 の効果は、高周波特性の向上である。その理由は、受光素子を実装するためにキャリを必要としないため寄生容量の低減が図れるためである。

【0039】以上述べた様に、本発明の受光モジュールでは、光素子と光ファイバとを無調整で高精度に固定できるため、生産性が高く、かつ高性能な光モジュールの提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例の構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 におけるシリコン基板の斜視図である。

【図 3】図 1 における受光素子の構成図であり、基板接触側及び電極側の各面の構成を示す図である。

【図 4】図 1 における受光素子の実装部拡大図であり、実装部正面図及び縦断面図である。

【図 5】本発明の他の実施例における受光素子と光ファイバとの接続部の拡大図である。

【図 6】本発明の他の実施例のシリコン基板の斜視図である。

【図 7】図 6 のシリコン基板に対応する受光素子の構成図であり、基板接触側及び電極側の各面の構成を示す図である。

【図 8】図 6、7 に示したシリコン基板と受光素子との固定方法を示す図である。

【図 9】図 8 における固定時におけるアライメントパターンの例を示す図である。

【図 10】図 1 の実施例の構成の使用例を示す図であり、平面図及び縦断面図である。

【図 11】本発明の更に他の実施例の構成を示す斜視図である。

【図 12】従来の受光モジュールの例を示す斜視図である。

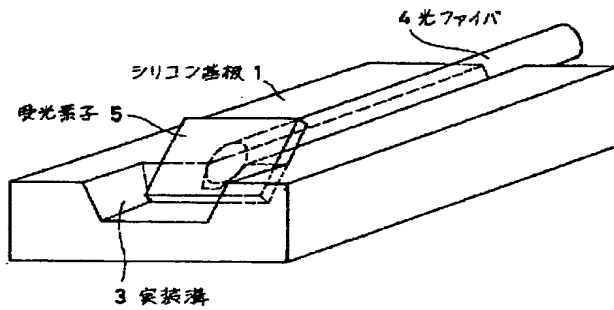
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 ガイド溝
- 3 実装溝
- 4 光ファイバ
- 5 受光素子

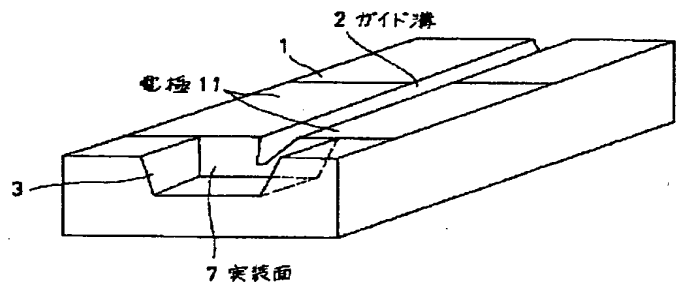
- 6 受光面  
7 実装面  
8 光入射窓  
9 n電極  
10 p電極  
11 基板電極  
12, 21 アライメントパターン

- 13 半田  
22 プリアンプ  
23 ボンディングパッド  
24, 25 ワイヤ  
28, 29 バンプ  
30 接続電極

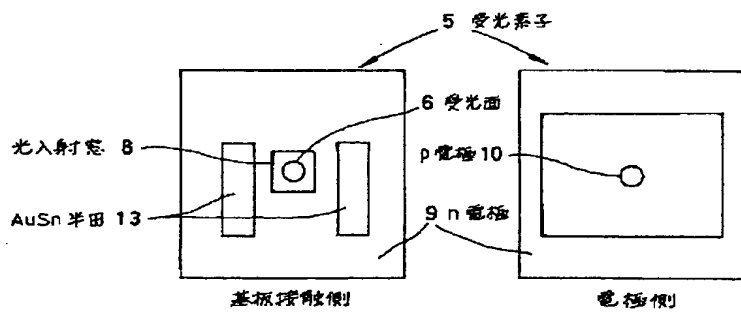
【図1】



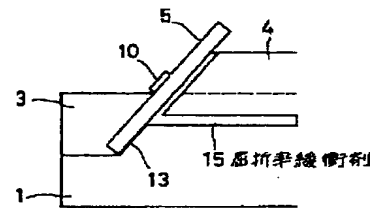
【図2】



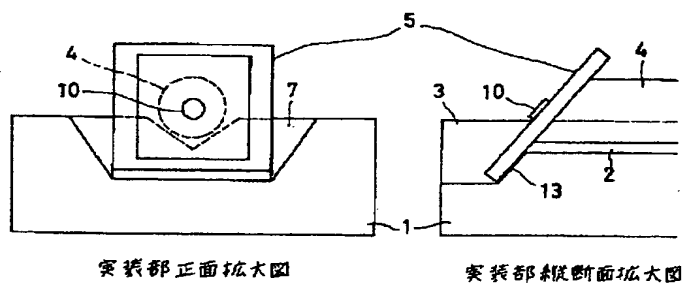
【図3】



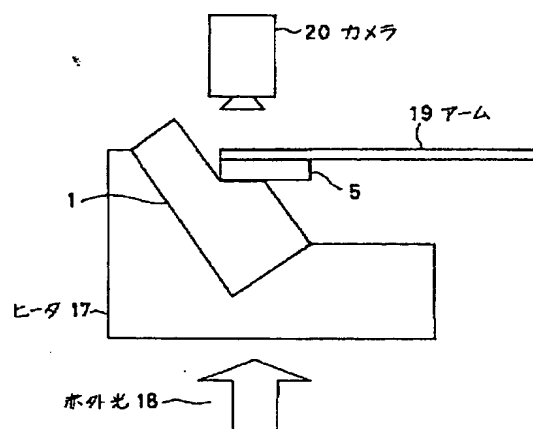
【図5】



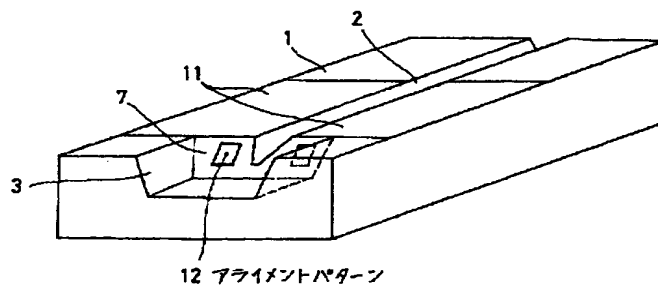
【図4】



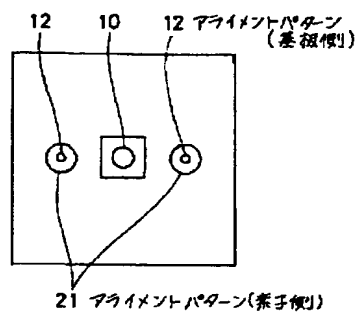
【図8】



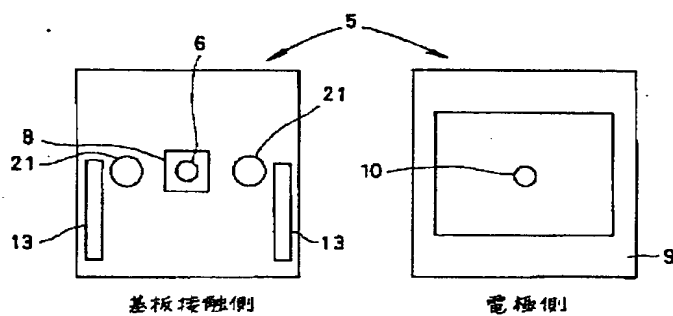
【図 6】



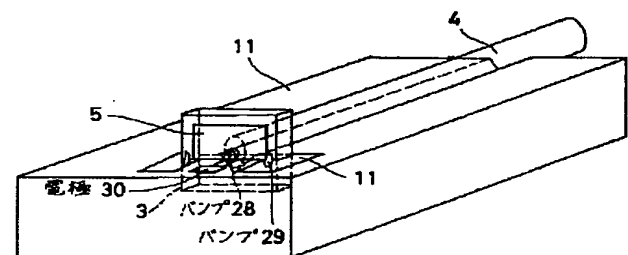
【図 9】



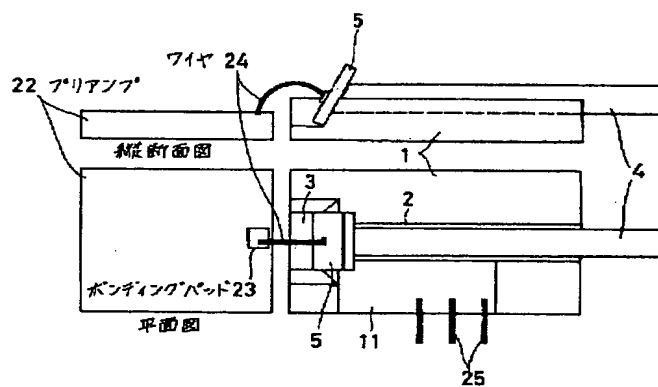
【図 7】



【図 11】



【図 10】



【図 12】

